

УДК 612.127.2:616.24-008.811.1: 616.233-072.1

САТУРАЦИЯ КИСЛОРОДА ВО ВРЕМЯ ФИБРОБРОНХОСКОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ВЫРАЖЕННОЙ БРОНХОРЕЕЙ: АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

¹Штейнер М.Л., ¹Жестков А.В., ²Штейнер С.М.

¹ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения и социального развития РФ, Самара, e-mail: info@samsmu.ru;

²ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

Продолжено изучение закономерности изменения сатурации кислорода во время фибробронхоскопии у пациентов с массивной бронхореей. Предварительные данные были представлены в №6 2011. Проанализирована периодическая составляющая. Для периодической составляющей выведена формула $f_n(t) = e^{(at+b)} \cdot \sin(ct+d)$. Коэффициенты a , b , c и d определены методом Левенберга-Марквардта. Форма периодической составляющей не зависит от этиологических причин массивной бронхореи и вида респираторной протекции фибробронхоскопии. Причина периодических колебаний сатурации кислорода связана исключительно с движением в трахеобронхиальном дереве бронхиального секрета во время проведения фибробронхоскопии. Эффективная респираторная протекция обеспечивает затухающий характер колебаний сатурации кислорода.

Ключевые слова: фибробронхоскопия, сатурация кислорода, периодическая составляющая

OXYGEN SATURATION DURING FIBEROPTIC BRONCHOSCOPY IN PATIENTS WITH SEVERE BRONCHORRHEA: ANALYSIS OF PERIODIC COMPONENT

¹Shteiner M.L., ¹Zhestkov A.V., ²Shteiner S.M.

¹Samara State Medical University, Samara, e-mail: info@samsmu.ru;

²The Moscow state university of M.V.Lomonosova, Moscow

We continued to examine the regularities of changes in oxygen saturation during fiberoptic bronchoscopy in patients with massive bronchorrhea. Preliminary data were presented in a number 6, 2011. We have analyzed the periodic component and derived a formula ($f_{\text{periodic}}(t) = e^{(at+b)} \cdot \sin(ct+d)$). The coefficients a , b , c and d have been determined by the Levenberg-Marquardt method. The form of the periodic component is not dependent of the etiology of the massive bronchorrhea and type of respiratory protection during fiberoptic bronchoscopy. The cause of periodic fluctuations of the oxygen saturation is associated only with the movement of the bronchial secretions in the tracheobronchial tree during fiberoptic bronchoscopy. Effective respiratory protection provides damped fluctuations of oxygen saturation

Keywords: fiberoptic bronchoscopy, oxygen saturation, periodic component

Пульсоксиметрия является ведущей методикой для отслеживания гипоксемии во время проведения фибробронхоскопии (ФБС) в режиме реального времени [5].

В представленных материалах продолжен анализ динамики сатурации кислорода (SaO_2) у пациентов с выраженной бронхореей во время проведения ФБС на фоне различных вариантов респираторной протекции. В ранее проведенных исследованиях было выяснено, зависимость SaO_2 (f) от времени проведения ФБС (t) определяется в виде суммы двух функций:

$$f(t) = f_{\text{л}}(t) + f_{\text{п}}(t).$$

Функция $f_{\text{л}}(t)$ отражает линейную составляющую, а функция $f_{\text{п}}(t)$ – периодическую составляющую [4].

Цель настоящей работы – изучение периодической составляющей зависимости SaO_2 от времени проведения ФБС у пациентов с выраженной бронхореей.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели было продолжено изучение 4-х групп клинического наблюдения, в состав которых включались пациенты с тяжёлой дыхательной недостаточностью (III степени по классификации Дембо А.Г., 1957), массивной обструкцией бронхиальным секретом и неэффективной собственной экспекторацией на фоне различной лёгочной патологии. Общая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Нозологический состав наблюдаемых групп

Нозологический состав	I группа	II группа	III группа	IV группа
Общее количество пациентов в группе	1000 (100%)	1000 (100%)	1000 (100%)	1000 (100%)
ХОБЛ	462 (46,2%)	513 (51,3%)	483 (48,3%)	511 (51,1%)
Бронхиальная астма	69 (6,9%)	114 (11,4%)	104 (10,4%)	90 (9,0%)
Бронхиальная астма в сочетании с ХОБЛ	19 (1,9%)	24 (2,4%)	25 (2,5%)	34 (3,4%)
Пневмония на фоне ХОБЛ	332 (33,2%)	250 (25,0%)	313 (31,3%)	292 (29,2%)
Пневмония	118 (11,8%)	99 (9,9%)	75 (7,5%)	73 (7,3%)

I группа обследованных – 1000 человек. Группа оценивалась ретроспективно. В неё вошли пациенты с дыхательной недостаточностью III-й степени на фоне различной лёгочной патологии, нуждающиеся в проведении ФБС, которым бронхологическое исследование проводилось традиционным способом (без респираторной поддержки).

II группа обследованных – 1000 человек. В неё вошли пациенты с дыхательной недостаточностью III-й степени на фоне различной лёгочной патологии, нуждающиеся в проведении ФБС, которым бронхологическое исследование проводилось на фоне трансназальной подачи кислорода.

III группа обследованных – 1000 человек. В неё вошли пациенты с дыхательной недостаточностью III-й степени на фоне различной лёгочной патологии, нуждающиеся в проведении ФБС, которым бронхологическое исследование проводилось на фоне комбинированной подачи кислорода (трансназальной + эндобронхиальной) [1, 2].

IV группа обследованных – 1000 человек. В неё вошли пациенты с дыхательной недостаточностью III-й степени на фоне различной лёгочной патологии, нуждающиеся в проведении ФБС, которым бронхологическое исследование проводилось на фоне респираторной поддержки с использованием бронхологического варианта невозвратной масочной системы [3].

ФБС пациентам всех групп проводилась фиброbronхоскопами FB-15H, FB-15P (фирма «Pentax», Япония) с наружным диаметром 5 мм и диаметром биопсийного канала 2,2 мм.

Контроль состояния пациентов осуществлялся с помощью многофункционального монитора UT 4000A (Goldway Industrial, КНР), имеющего возможность одновременно регистрировать SaO_2 (каждые 15 секунд), частоту сердечных сокращений (ЧСС) (каждые 15 секунд), артериальное давление (АД) (каждые 120 секунд). Эти показатели одновременно выводились на табло дисплея и сохранялись вплоть до регистрации новых значений. Одновременно регистрировалась электрокардиограмма (ЭКГ) в первых трёх стандартных отведениях.

Изучалась периодическая компонента функциональной зависимости (SaO_2) от времени проведения ФБС на фоне использования различных вариантов респираторной протекции.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведённых исследований выявлена однотипность динамики периодической компоненты SaO_2 как в различных группах клинического наблюдения, так и внутри групп, независимо от этиологической принадлежности массивной обструкции бронхиальным секретом (рис. 1–4).

Для описания периодической составляющей ($f_n(t)$) динамики SaO_2 ($f_n(t)$) выведено уравнение следующего вида:

$$f_n(t) = e^{(a \cdot t + b)} \cdot \sin(c \cdot t + d),$$

где e является основанием натуральных логарифмов ($e = 2,7182818284590452...$).

Коэффициенты a , b , c и d определены методом Левенберга-Марквардта (табл. 2).

Анализ функциональной зависимости SaO_2 (f) от времени проведения ФБС (t), проведённый ранее, показал, что при наличии массивной бронхиальной обструкции избыточным количеством бронхиального секрета она может быть представлена в виде суммы двух составляющих: линейной и периодической.

Наличие периодической составляющей связано, по нашему мнению, с движением избыточного количества бронхиального секрета в трахеобронхиальном дереве. Во время проведения фиброbronхоскопа до голосовых складок SaO_2 существенно не меняется. При проведении фиброbronхоскопа в трахею изменения SaO_2 при массивной обструкции нижних дыхательных путей носят, как правило, волнообразный характер. Это происходит потому, что в результате работы электроотсоса бронхиальный секрет выводится из верхнедолевых и промежуточных бронхов в главные,

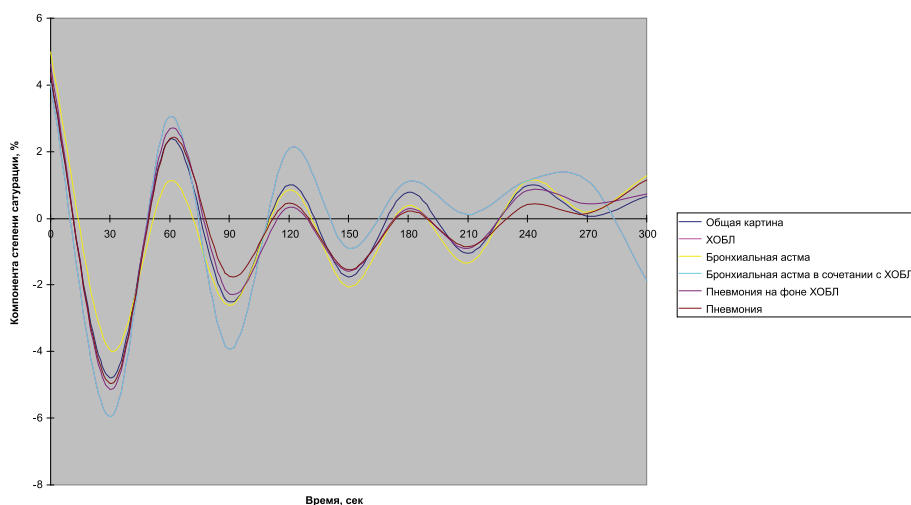


Рис. 1. Динамика периодической компоненты сатурации (I группа)

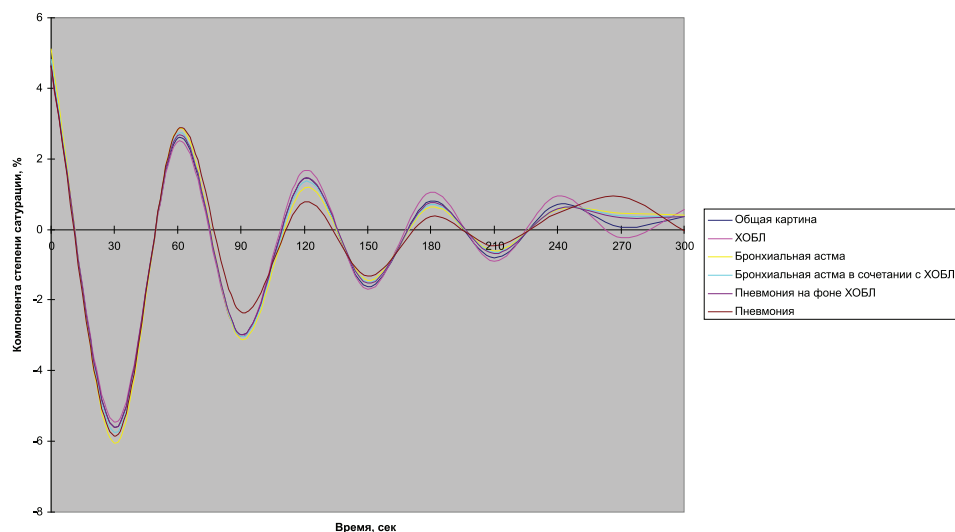


Рис. 2. Динамика периодической компоненты сатурации (II группа)

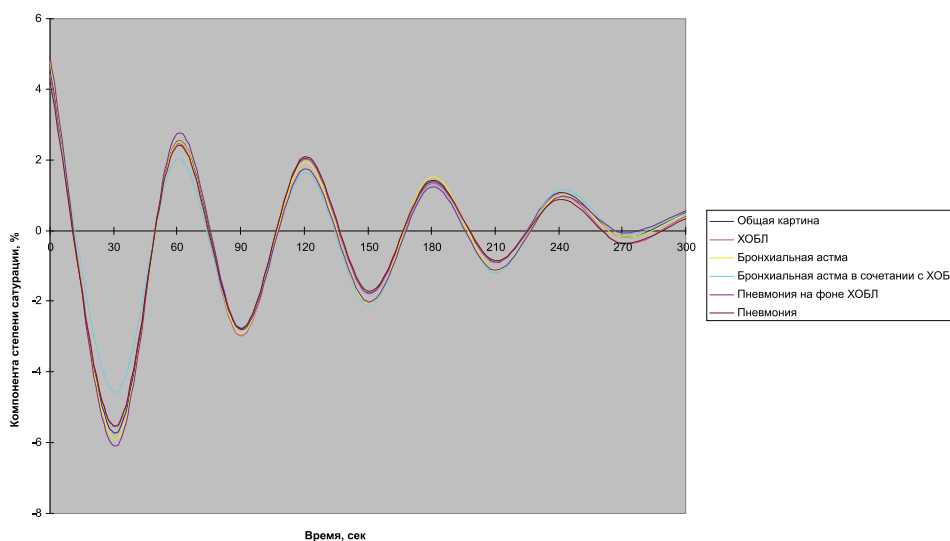


Рис. 3. Динамика периодической компоненты сатурации (III группа)

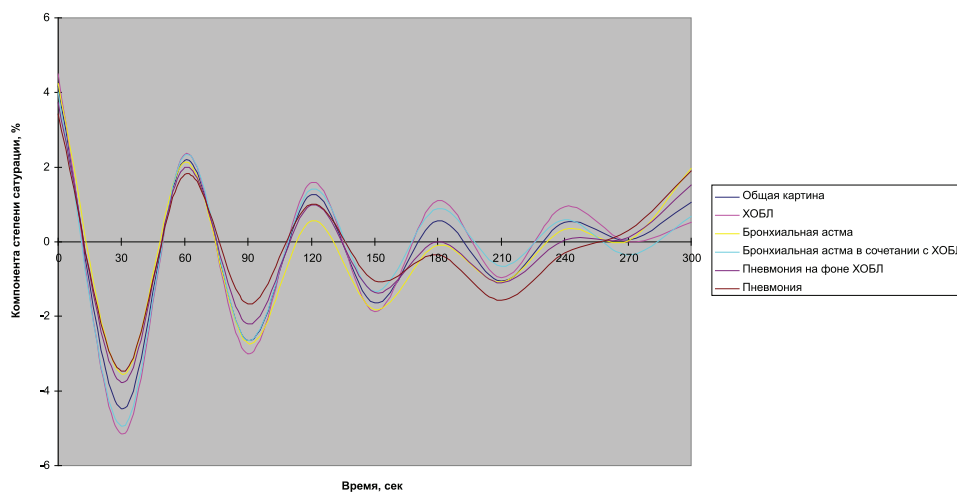


Рис. 4. Динамика периодической компоненты сатурации (IV группа)

временно уменьшая их просвет, иногда до почти полной обтурации. Именно поэтому самая первая волна имеет максимальную амплитуду и, соответственно, самое значительное падение SaO_2 . После её осуществления и восстановления нормальной проходимости главного бронха SaO_2 полностью или частично восстанавливается. По ходу проведения ФБС подобные колебания значений SaO_2 будут продолжаться при проведении лаважа на уровне сегментарных и субсегментарных бронхов. Ваку-

умный контур электроотсоса стимулирует выход бронхиального секрета из дистальных бронхов в более крупные проксимальные бронхи, что временно способствует блокированию их секретом и, следовательно, снижению SaO_2 . Однако масштабы такой обтурации будут уже менее значительны по сравнению с обструкцией главных бронхов, и поэтому при неосложнённом течении ФБС по мере эвакуации бронхиального секрета колебания SaO_2 будут носить затухающий характер.

Таблица 2

Значения коэффициентов, характеризующих периодическую компоненту динамики SaO_2 у пациентов обследуемых групп

Линии тренда	Значения коэффициентов в уравнении периодической составляющей			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<i>I группа</i>				
Подгруппа «ХОБЛ»	-0,0152	5,1516	0,9429	0,0282
Подгруппа «Бронхиальная астма»	-0,0240	5,7996	0,9431	0,0159
Подгруппа «Бронхиальная астма в сочетании с ХОБЛ»	-0,0220	5,8232	0,9429	0,0147
Подгруппа «Пневмония на фоне ХОБЛ»	-0,0209	5,7259	0,9429	0,0157
Подгруппа «Пневмония»	-0,0305	6,0968	0,9431	0,0105
Общая картина	-0,0193	5,6629	0,9429	0,0169
<i>II группа</i>				
Подгруппа «ХОБЛ»	-0,0152	5,1516	0,9429	0,0282
Подгруппа «Бронхиальная астма»	-0,0240	5,7996	0,9431	0,0159
Подгруппа «Бронхиальная астма в сочетании с ХОБЛ»	-0,0220	5,8232	0,9429	0,0147
Подгруппа «Пневмония на фоне ХОБЛ»	-0,0209	5,7259	0,9429	0,0157
Подгруппа «Пневмония»	-0,0305	6,0968	0,9431	0,0105
Общая картина	-0,0193	5,6629	0,9429	0,0169
<i>III группа</i>				
Подгруппа «ХОБЛ»	-0,0141	5,0045	0,9429	0,0320
Подгруппа «Бронхиальная астма»	-0,0130	4,7317	0,9429	0,0459
Подгруппа «Бронхиальная астма в сочетании с ХОБЛ»	-0,0049	1,5053	0,9453	1,8537
Подгруппа «Пневмония на фоне ХОБЛ»	-0,0153	5,2708	0,9428	0,0273
Подгруппа «Пневмония»	-0,0151	5,2309	0,9429	0,0242
Общая картина	-0,0143	5,0707	0,0929	0,0306
<i>IV группа</i>				
Подгруппа «ХОБЛ»	-0,0139	4,6006	0,9430	0,0481
Подгруппа «Бронхиальная астма»	-0,0085	3,1210	0,9425	0,1891
Подгруппа «Бронхиальная астма в сочетании с ХОБЛ»	-0,0175	5,4994	0,9428	0,0274
Подгруппа «Пневмония на фоне ХОБЛ»	-0,0146	4,4884	0,9429	0,0439
Подгруппа «Пневмония»	-0,0093	3,1078	0,9425	0,1655
Общая картина	-0,0136	4,4523	0,9429	0,0514

Причём *форма* этой функции оказалось не зависящей от *этиологических причин* обструкции нижних дыхательных путей бронхиальным секретом, с одной стороны, и от вида респираторной протекции ФБС (или её отсутствия), с другой. Это указывает на то, что периодическая компонента, определяющая форму динамики SaO_2 , устанавливается *исключительно*

движением бронхиального секрета в трахеобронхиальном дереве во время ФБС. А респираторная поддержка в различных вариантах влияет на *степень падения* SaO_2 в процессе проведения ФБС, что графически проявляется уровнем наклона функции линейной регрессии к оси абсцисс. Таким образом, чем эффективней работает респираторная поддержка ФБС, тем функ-

ция линейной регрессии имеет меньший угол наклона к оси времени, а колебания SaO_2 имеют всё более затухающий характер. В количественном плане конкретный вариант респираторной поддержки будет обеспечивать достаточно близкие значения коэффициентов в уравнениях, описывающих линейную и периодическую составляющие, независимо от этиологической обусловленности массивной обструкции бронхиальным секретом.

Выводы

1. Периодическая составляющая динамики сатурации кислорода во время проведения фибробронхоскопии определяется движением бронхиального секрета в трахеобронхиальном дереве.

2. Эффективная респираторная протекция фибробронхоскопии приводит к затухающему характеру колебаний сатурации кислорода.

Список литературы

1. Патент РФ на изобретение №2226980, 24.09.2002.
2. Патент РФ на полезную модель №36982, 11.11.2003.
3. Патент РФ на полезную модель №33853, 5.05.2003.
4. Штейнер М.Л., Жестков А.В., Штейнер С.М. Сатурация кислорода во время фибробронхоскопии у пациентов с выраженной бронхореей: анализ линейной составляющей // Фундаментальные исследования. – 2011. – №6. – С. 197–202.

5. Chhajed P.N., Glanville A.R. Management of hypoxemia during flexible bronchoscopy // Clin. Chest Med. – 2003. – Vol. 24. – P. 511–516.

References

1. Patent RF na izobretenie №2226980, 24.09.2002.
2. Patent RF na poleznuyu model №36982, 11.11.2003.
3. Patent RF na na poleznuyu model №36982, 11.11.2003.
4. Shteiner M.L., Zhestkov A.V., Shteiner S.M. Fundamentalnye Issledovaniya, 2011, no. 6, pp. 197–202.
5. Chhajed P.N., Glanville A.R. Management of hypoxemia during flexible bronchoscopy. Clin. Chest Med., 2003, no. 24, pp. 511–516.

Рецензенты:

Демко И.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой внутренних болезней №2 с курсом ПО ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения и социального развития РФ, г. Красноярск;

Игнатова Г.Л., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой терапии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования ГБОУ ВПО «Челябинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения и социального развития РФ, г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 09.03.2012.